

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告 期末報告

## 即時角色動畫中動作圖計算技術的應用與改良 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型計畫  
計畫編號：NSC 101-2622-E-004-001-CC3  
執行期間：101年11月01日至102年11月30日  
執行單位：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：李蔡彥

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：楊奇珍  
碩士班研究生-兼任助理人員：梁芳綺  
碩士班研究生-兼任助理人員：林志忠  
碩士班研究生-兼任助理人員：劉志宏  
碩士班研究生-兼任助理人員：吳蕙盈  
碩士班研究生-兼任助理人員：林靖雅  
碩士班研究生-兼任助理人員：王柔文  
碩士班研究生-兼任助理人員：陳雅玲

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 103 年 02 月 17 日

中文摘要：甲尚科技的 iClone3D 軟體是我國少數能躍上國際舞台的內容軟體項目，而如何引進先進的動畫技術，強化動畫系統功能，增強軟體之易用性及產出之動畫品質，是此類產品是否能持續在市場上有競爭力的關鍵。動作擷取是目前較廣為使用的動畫產生技術，而動作圖計算技術，旨在將動作庫中所儲存的動作擷取資料進行組織，除了可自動平順連接不同動作片段外，更能重用動作資料合成新的動畫。在過去的研究中，我們已掌握此技術的實作，並成功導入於動畫設計軟體中。然而，我們也發現了許多尚值得探討改進的地方，可以增加此技術的實用性、提高動畫品質並降低製作成本。本產學合作計畫涵蓋的技術範圍包含將具對稱性的動作自動鏡射，提高動作庫的豐富度與動作的可重用性；對動作圖中動作節點的連接性進行自動分析，將有助於判斷是否需要擷取額外的動作，以提高動作間的連接性及合成重用的可能性；在動作合成的過程中，自動偵測特定動畫中動畫角色與環境的限制，方能避免滑步情況的產生；為了能進行各種動畫產生技術的實驗，我們設計了一個能輸入各種不同動畫模型、骨架、及動作的動畫實驗平台，透過視覺化的方式驗證產生的結果。這些研發成果，透過與合作廠商的密切討論，已完成預定的工作項目與成果驗證，預計將運用在合作廠商下一版本的動畫製作軟體上。我們相信透過此次產學合作計畫，不但提高了合作廠商在動畫軟體產品上的競爭力，所研發技術為來將能提升其他即時動畫相關產業（如 3D 遊戲等）的技術能力，進而提高數位內容產業的產值。

中文關鍵詞：電腦動畫、動作擷取、動作圖分析、動作鏡射、運動瀏覽器

英文摘要：The iClone3D software by Reallusion Inc. is one of the few software packages produced in Taiwan that is popular in the international market. However, as the competition of these products is also becoming more rigorous than ever, it is important for a company to remain competitive in this industry by incorporating advanced 3D animation technologies to reduce production cost or to enhance animation quality. Among the current technologies for generating animation, the motion capture technique is widely used in real-time animation applications. In general, when a motion is captured for a specific scenario, it is difficult to reuse it in other scenarios without modification. The idea of motion graph results from the intention of reusing motion capture data by

organizing them in a searchable structure such that motion clips can be synthesized smoothly in real time. In our previous work, we have been able to apply basic motion graph techniques to a commercial 3D animation design package. However, we have also found several points requiring improvement in order to enhance animation quality while reducing the production cost. In this project, we have accomplished the following items of improvement: For motions with good symmetry, we enhance the reusability and quality of a motion graph simply by mirroring the motions; We have developed a tool to analyze the quality of a motion graph in order to suggest the motions that need to be captured to enhance the connectivity, thus reusability, of a motion graph; We have improved an existing module to detect the constraints set by the environment on the character in order to avoid foot sliding; We have also developed a visualization platform used as an experimental testbed to verify the results for different models, skeletons, and motions. The results of this project have been well verified under close collaboration with the partner company (Reallusion Inc.) and are expected to be incorporated into the next version of the iClone software. We believe that through this industrial collaboration project, we have developed real-time animation techniques that can not only increase the competitiveness of Reallusion, but also benefit other companies in related fields such as 3D on-line games.

英文關鍵詞： Computer Animation, Motion Capture, Motion Graph Analysis, Motion Mirroring, Motion Viewer

# 行政院國家科學委員會補助產學合作研究計畫成果精簡報告

計畫名稱：即時角色動畫中動作圖計算技術的應用與改良

計畫類別： 先導型       開發型       技術及知識應用型

計畫編號：NSC 101-2622-E-004 -001-CC3

執行期間：101 年 11 月 01 日至 102 年 11 月 30 日

執行單位：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：李蔡彥

計畫參與人員：

碩士班兼任助理：楊奇珍、梁芳綺、林志忠、劉治宏、吳蕙盈、顧俊翔、林靖雅、王柔文、陳雅玲

## 研究摘要：

甲尚科技的iClone3D 軟體是我國少數能躍上國際舞台的內容軟體，而如何引進先進的動畫技術，增強軟體之易用性及產出動畫品質，是此類產品持續在市場上具競爭力的關鍵。動作擷取是目前較為使用的動畫產生技術，而動作圖計算技術，旨在將動作庫中所儲存的動作擷取資料進行組織，除了可自動平順連接不同動作片段外，更能重用動作資料合成新的動畫。在過去的研究中，我們已掌握此技術的實作，並成功導入於動畫設計軟體中。然而，我們也發現了許多尚待改進之處，可以增加此技術的實用性、提高動畫品質並降低製作成本。本產學合作計畫所研發的技術項目包含將具對稱性的動作自動鏡射，提高動作庫的豐富度與動作的可重用性；對動作圖中動作節點的連接性進行自動分析，將有助於判斷是否需要擷取額外的動作，以提高動作間的連接性及合成重用的可能性；在動作合成的過程中，自動偵測特定動畫中動畫角色與環境的限制，避免滑步情況的產生；我們設計了一個能輸入各種不同動畫模型、骨架、及動作的動畫實驗平台，透過視覺化的方式驗證產生的結果。這些研發成果，透過與合作廠商的密切討論，已完成預定的工作項目與成果驗證，預計將運用在合作廠商下一版本的動畫製作軟體上。我們相信透過此次產學合作計畫所研發技術將能提升即時動畫相關產業的技術能力。

## 人才培育成果說明：

本計畫計有八位碩士班研究生參與計畫執行，其中兩位研究生的碩士論文題目與此計畫密切相關，兩位研究生在畢業之後進入合作廠商（甲尚科技）工作，持續進行相關研發及維護工作，另有兩名研究生於暑期至合作廠商進行為期三個月的實習。參與本計畫的學生除獲得產業界軟體開發之相關經驗外，亦對即時動畫相關技術累積了相當不錯的知識及實做經驗，將可做為未來進一步學術研究的基礎。

## 技術研發成果說明：

本產學合作計畫的目的是在現有產學合作及基本動作圖計算技術的基礎上，實做一個能進行即時角色動畫研發的實驗平台，以改進目前基本動作圖未臻完善之點，提高動作圖的可重用性及所產生動畫的品質，進而降低此類動畫設計軟體的製作成本及競爭力，亦可做為其他動畫相關產業發展的核心技術。

本計畫是建立在過去研發動作圖計算技術的成果之上，進一步開發工具改良動作圖品質及降低所需的成本。本計畫的主要工作項目及研發成果分為下列四項：

## 1. 動作圖品質分析工具：

由於完整的動作圖包含了相當大量的動作連接方式，每次執行都可能花費一至多天的時間才能完成一份動作圖的運算，因此為了避免在運算過程中發生問題無法馬上得知而浪費了整天的時間。我們根據製作動作圖過程中所遭遇的問題進行需求規劃與系統設計，在動作圖開始計算前，檢查如群組、動作連接...等相關設定，將功能整合進入接下來第四項工作所提到的視覺工具中，以彈跳出視窗警告的方式，提醒使用者計算此動作圖所需具備的動作素材、設定檔案...等是否已準備並放置妥當，並提前檢查警告使用者可能發生的文法、格式錯誤，增加了動作圖的安全性。

而在動作之間的轉接計算以及動作圖的運算過程中，我們也會產生Log File來記錄程式運行的步驟及相對應的檢查項目，以此來確保運算進度及是否有確實完成，避免運算了整天的動作圖無法運作，使用者卻不知道可能發生哪些需加強檢查的問題。此外，我們針對動作群組之間的可連結性進行分析，並以視覺化的表格色塊方式呈現，方便使用者觀察討論。

在製作動作圖之前，我們必須先撰寫一份動作分群及設定清單，由於每個動作圖的動作數量都相當龐大，無法靠人眼去檢查，因此我們針對此清單進行分析檢查，經過分析比對後，我們所開發之平台會將所有的錯誤資訊顯示出來，並限制在無錯誤的情形下才能開始運算動作圖，以此保證動作圖的品質及完整性。我們主要檢查的有四個項目：

- 檢查每行輸入測資是否為 7 個變數，若不符會顯示第幾行有問題並顯示是變數太多或是太少。
- 檢查檔案名稱是否正確，若檔案名稱非動作檔案或是出現不合法字元則會列出此檔名與行數。
- 檢查 bvh 檔案是否有重複的檔名，若有重複的檔案名稱會列出此檔名的關鍵字。
- 檢查 Mograph 是否全部都有連到線，若有點沒連到其他的點，會列出所有沒連到此點的線。

## 2. 鏡射動作之自動產生技術：

本工作項目之目的在找出具對稱性的動作，進一步以鏡射方式進行動作加值應用，以提高動作圖的品質。

在3D空間中，虛擬演員動作的產生往往是使用Motion Capture來抓取現實中演員的動作，但是使用Motion Capture所抓取的動作直接套用在3D角色時不一定能夠完美呈現，因此仍須對該動作要做微調，且往往現實中的表演者只會表演某個特定方向的動作，因此為了保留動作本身的品質與提升動作產生的效率，如何對已被儲存成數位資訊的動作檔案進行鏡射，並保留細部修改過的特色是動作鏡射主要探討的議題。

此次研究所使用的動作檔案為合作廠商所提供的動作檔案包，該動作檔案包含了人類的基本動作，如站立、坐下、躺下...等到更進階複雜的動作，如芭蕾舞、街舞...等，以此大量完整之動作來提供我們計算及實驗對照。

我們將動作之鏡射功能設定為MoGraph計算之前的前處理，可以一次進行一至多份動

作檔案的轉換，使用者只需輸入一份待鏡射轉換的動作清單，系統能將該清單上的動作檔案（如bvh）讀入，建立其骨架資訊，將每個frame中各個關節的動作進行左右鏡射，最後將鏡射轉換完成之動作儲存至轉換過後的資料夾，並以原檔案名稱後面加上\_mirror為轉換後的新動作檔名，以此為區分。

為了證明我們鏡射轉換後的動作檔案正確且完整，我們使用合作廠商所提供的3D動畫編輯工具iClone3D 5.5來進行兩個動作同時展示並對照。我們以較複雜的街舞動作來驗證，所得鏡射動作與原始動作套用在相同腳色模型上所呈現的結果具有完美的左右對稱性質。

### 3. 轉接動作品質提昇技術：

本工作項目之目的在以自動化方式分析動作圖的轉接品質，並根據動作速度及環境限制，提高兩個動作之轉接動作的品質。此技術包含以下兩個主要項目：

#### ● 動作圖中的路徑選擇優化

由於目前動作圖在計算的過程中，系統會尋找最佳的轉接方式來進行動作的轉接，但是以人類的視覺感覺來觀看成果時，其轉接的順序或效果可能並非是最符合人體工學。看似最輕鬆自然的動作轉接方式，且由於每個人在做相同動作時，可能會有不同的順序，例如坐在地上爬起來的動作就可能因人而異，產生了非常多種可能的轉接組合。

在製作3D動畫的過程中，能產生越多動作的可能性也代表動畫腳色會更活潑有特色，因此我們在系統中加入了動作轉接成本的考量，計算所有可能的動作路徑在轉換過程中所需花費的成本高低，並結合動作的分群組機制來使動作的轉接更為自然。

另外，我們加上路徑客製化機制，使用者在建立好動作圖後，可以自行增加一份客製化設定檔案，內容定義兩個動作（可以跨不同動作圖）之間該如何轉接，用來指定不同動作圖之間的動作該如何轉接。例如，原本動作一會直接轉換成動作二，透過此客製化機制可以將其設定為動作一需先轉接到動作三才能轉接到動作二，如此一來可以輕鬆改善動作圖的路徑選擇成果。

#### ● 動作圖中動作之轉接品質分析及可編輯性

此部分的功能可以修改動作與動作之間的路徑，包括自身轉換也就是動作迴圈的部分，選定兩個動作之後，系統會即時列出所有的動作路徑，使用者便可選擇並刪除，也可新增路徑並儲存已修改的動作圖。

動作轉換的問題主要有兩個，第一個是自動產生出來的動作迴圈不是設計者想要的動作，例如，Stand03\_L\_Happy（站立開心動作）這個動作自動算出來的迴圈動作會跑出抱胸的部分，但是他們想要的迴圈只有舉起手的部分。透過我們的系統修改，可將原本的迴圈路徑刪除並增加想要的路徑。

第二個部分為等待時間改善。在動作圖中，系統會自行計算可以連接動作自身或是動作與動作之間使其循環播放的影格，但是仍有一些動作轉換有延遲上的問題，以及自動運算出來的動作轉換路徑不盡理想，為了讓使用者能夠透過簡易的操作來修改動作路徑，我們設計了一個簡單的界面提供使用者修改動作路徑與即時展示修改成果。例如，有些動作之間會因為轉換動作路徑長而讓等待時間變長，例如從Idle01（閒置動作）到Prone02（趴著的動作）之間會經過兩個動作以及三個轉換動作，導致動作轉換時間過長，透過編輯動作路徑的功能，觀察並計算出動作間最有效率的路徑，證實我們的系統能夠減少等待時間，

以解決等待時間改善的問題。

#### 4. 角色動畫實驗測試平台設計：

本工作項目的動畫角色技術測試與視覺化的目的，在建立一個彈性的角色動畫實驗平台，並做為與廠商系統界接的測試平台。我們使用OGRE 3D繪圖引擎結合Qt介面建立了一個模組化的動畫技術視覺化工具，可以匯入骨架模型、動作資料、動作圖及其相關設定...等，逐格進行動畫品質檢視及動作圖編輯。

我們的角色動畫實驗測試平台，主要分為兩大功能，第一個功能為計算動作與動作之間的路徑並產生動作圖，第二個為展示動作圖並可編輯動作路徑。

- **計算動作圖：**讀取動作圖設定檔案後，系統會先做前處理檢查此動作圖是否合法，若合法才會繼續執行，系統會自動產生動作與動作之間的路徑並詢問使用者需要設定的參數再繼續計算動作圖，最後會產生動作圖檔案。
- **動作圖的展示與編輯：**進行行動作圖展示與編輯之間必須讀取一份動作圖檔案，讀取完後會產生動作圖編輯介面，以下為我們的系統介面與功能介紹，主要分成四個區塊：
  - **顯示角色骨架與動作：**以三維空間呈現角色骨架與腳色動畫，上（W）下（S）左（A）右（D）以及滑鼠的滾輪可以移動鏡頭，滑鼠的左鍵右鍵可以旋轉鏡頭。
  - **動作列表：**列出所有動作並可選擇下一個動作。
  - **編輯介面：**設定好開始的動作與下一個動作，介面便會即時顯示兩個動作之間所有的轉換路徑，使用者可以選擇路徑並刪除，也可以新增路徑，修改完所有的路徑便可以儲存成新的 MoGraph 檔案（.dat）。
  - **目前動作資訊：**顯示目前展示的动作圖名稱、動作名稱、目前播到的影格、目前的播放速率，並可以控制影格播放的速率、暫停動畫、紀錄當前動作與載入所記錄的動作、鏡頭是否跟隨角色。

上述工作項目經過合作廠商的測試，均能符合目前軟體產品開發所需的技術特色。藉由我們開發的功能與平台，預計將大幅提升動作圖的品質及彈性，相信未來在製作動作圖方面會更有安全保障、在編輯動作圖方面會更簡單方便、在檢測動作圖成果方面也會更直覺快速。

#### 技術特點說明：

本計畫所研發的技術，是目前較為成熟且能立即協助增加產品競爭力之動作圖相關技術。本計畫所建立的角色動畫實驗平台，預期也將能提供學術界進行動畫技術研發的基礎，加速研發成果運用到商用產品的時程。更明確的說，我們所研發技術之特色為：

1. 建立動作圖計算結果的分析工具，可有效降低動作準備與製作所需之人力成本，並瞭解特定動作圖的限制。
2. 我們所實做的動作混成與變形機制，有助於提高轉換動作之品質，而動作鏡射機制將有助於在有限成本的情況下提高動作圖的品質。
3. 我們所設計的角色動畫實驗平台，可做為檢驗研發成果的視覺化工具及與不同平台界接的工具。
4. 本計畫所設計的動作圖計算技術，有助於如 3D 線上遊戲等即時動畫相關產業的

技術提昇。

5. 角色動畫的研發成果，預期可幫助我國在電腦動畫及遊戲之學術領域及關鍵技術上建立奠定穩固的發展基礎。

### **可利用之產業及可開發之產品：**

電腦動畫及電腦遊戲等即時動畫相關產業之產品

### **推廣及運用的價值：**

本計畫之研發成果預計可做為所有與3D動畫資料庫相關的應用，如電腦動畫製作、電腦遊戲、多媒體動畫軟體、娛樂產業等。此成果立即將產生的效益在於可用於合作廠商下一個版本動畫軟體的設計上，做為新特色功能項目，並能做為動畫資料包製作的工具，提高動畫品質及降低製作成本。



# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2013/03/26

國科會補助計畫	計畫名稱: 即時角色動畫中動作圖計算技術的應用與改良		
	計畫主持人: 李蔡彥		
	計畫編號: 101-2622-E-004-001-CC3		學門領域: 計算機圖學
研發成果名稱	(中文) 即時角色動畫中動作圖計算技術的應用與改良		
	(英文) Application and Improvement of Motion Graph Technologies in Real-Time Character Animation		
成果歸屬機構	國立政治大學	發明人 (創作人)	李蔡彥
	<p>(中文) 動作圖計算的技術開發, 旨在將動作庫中所儲存的動畫資料進行組織, 除了可自動平順連接不同動作片段外, 更能重用動作資料合成新的動畫。我們覺得此技術尚有許多值得探討改進的地方, 可以增加此技術的實用性、提高動畫品質並降低製作成本。例如, 如果能將具對稱性的動作自動鏡射, 將提高動作庫的豐富度與動作的可重用性; 如果能對動作圖中動作節點的連接性進行自動分析, 將有助於判斷是否需要擷取額外的動作, 以提高動作間的連接性及合成重用的可能性。另外, 在動作合成的過程中, 如果要確保動作的真實性, 必須能自動偵測特定動畫中動畫角色與環境的限制, 方能避免滑步情況的產生。再者, 為了能進行各種動畫產生技術的實驗, 我們必須設計一個能輸入各種不同動畫模型、骨架、及動作的動畫實驗平台, 透過視覺化的方式驗證產生的結果。本產學合作計畫將在基本動作圖的技術之上, 實做上述改進技術, 以提高動作圖技術應用於即時產生角色動畫的品質與價值。我們相信透過此產學合作計畫, 不但能立即提高合作廠商在動畫軟體產品上的競爭力, 所研發技術並能提升其他即時動畫相關產業(如3D遊戲等)的技術能力, 進而提高數位內容產業的產值。</p> <p>(英文) The idea of motion graph results from the intention of reusing motion capture data by organizing them in a searchable structure. Several points can be addressed to improve animation quality while reducing the production cost. For example, for motions with good symmetry, one can enhance the reusability and quality of a motion graph simply by mirroring the motions. We also need a good tool to analyze the quality of a motion graph to find missing motions for enhancing connectivity of a motion graph. In addition, in the process of synthesizing a motion, we need to detect the constraints set by the environment to avoid foot sliding. Furthermore, to facilitate the experiments, we need to develop a visualization platform as experimental testbed to verify the results for different models, skeletons, and motions. In this project, we will implement the aforementioned animation techniques to enhance the functions and motion quality of the 3D real-time animation package by Reallusion Inc.</p>		
產業別	資訊服務業; 休閒、娛樂服務業		
技術/產品應用範圍	3D遊戲設計、3D虛擬環境系統、3D即時動畫設計軟體		
技術移轉可行性及預期效益	動作圖的技術可提高動作擷取資料的重複使用性及動作品質, 降低動畫設計的製作成本。		

註: 本項研發成果若尚未申請專利, 請勿揭露可申請專利之主要內容。

101 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：李蔡彥		計畫編號：101-2622-E-004-001-CC3					
計畫名稱：即時角色動畫中動作圖計算技術的應用與改良							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	計畫結案報告 預計今年上半年投稿
		研究報告/技術報告	1	1	100%		
		研討會論文	0	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	1	1	100%	件	甲尚科技
		權利金	41152	41152	100%	千元	甲尚科技
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	8	8	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>協助合作廠商甲尚公司設計下一版本軟體，並協助其與法國研究人員建立研發合作關係。</p>
--	--

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

本產學合作計畫研發成果及績效達成情形自評表

成果項目		本產學合作計畫 <b>預估</b> 研究成果及績效指標 (作為本計畫後續管考之參據)	計畫達成情形
技術移轉		預計技轉授權 1 項	完成技轉授權 1 項
專利	國內	預估 1 件	提出申請 0 件，獲得 0 件
	國外	預估 1 件	提出申請 0 件，獲得 0 件
人才培育		博士 1人，畢業任職於業界1人	博士 0人，畢業任職於業界0人
		碩士 1人，畢業任職於業界1人	碩士 8人，畢業任職於業界2人
		其他 1人，畢業任職於業界1人	其他 0人，畢業任職於業界0人
論文著作	國內	期刊論文 1 件	發表期刊論文 0 件
		研討會論文 1 件	發表研討會論文 0 件
		SCI論文 1 件	發表SCI論文 0 件
		專書 1 件	完成專書 0 件
		技術報告 1 件	完成技術報告 1 件
	國外	期刊論文 1 件	發表期刊論文 0 件
		學術論文 1 件	發表學術論文 0 件
		研討會論文 1 件	發表研討會論文 0 件
		SCI/SSCI論文 1 件	發表SCI/SSCI論文 0 件
		專書 1 件	完成專書 0 件
		技術報告 1 件	完成技術報告 0 件
其他協助產業發展之具體績效		新公司或衍生公司 1 家	設立新公司或衍生公司(名稱)：
<u>計畫產出成果簡述：請以文字敘述計畫非量化產出之技術應用具體效益。(限 600 字以內)</u>			